

Welcome back to espacenet. If some time has passed since your last access, you may experience reduced navigation until you repeat your query.

## Method for the three-dimensional detection and/or determination of a body, in particular a human skull (cranium)

**Publication number:** DE3807578 (A1)

**Publication date:** 1989-09-28

**Inventor(s):** NEUMEYER STEFAN DR [DE] +

**Applicant(s):** NEUMEYER STEFAN [DE] +

**Classification:**


**- international:** A61C19/045; G01B11/03; G01B11/24; A61B19/00; A61C19/04; G01B11/03; G01B11/24; A61B19/00; (IPC1-7): A61B5/10; A61C11/00; G01B11/03; G01B11/14

**- European:** A61B5/107P; A61C19/045; G01B11/24


**Application number:** DE19883807578 19880308


**Priority number(s):** DE19883807578 19880308


### Also published as:

 DE3807578 (C2)

### Cited documents:

 DE3629689 (A1)

 DE3205362 (A1)

 DE3111027 (A1)

 DE2605772 (A1)

### Abstract of DE 3807578 (A1)

For the purpose of the three-dimensional detection and/or determination of a body, for example a human skull, there is attached on at least one side of the body at least one reference element which has at least three reference points which are mutually offset in space and whose mutual positions in space are known. At least one further reference point is positioned on a measurement point. The position of the reference points on the reference element relative to one another as well as relative to the position of the further reference point is detected optically, and from this the position of the further reference point, and thus the position of the measurement point and/or of a part of the body exhibiting said measurement point is determined, preferably with the aid of a computer.

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 38 07 578 C 2**

⑥1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 B 11/03**  
G 01 B 11/14  
A 61 B 5/103  
A 61 C 19/04

⑳ Aktenzeichen: P 38 07 578.4-52  
㉔ Anmeldetag: 8. 3. 88  
㉕ Offenlegungstag: 28. 9. 89  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 8. 92

DE 38 07 578 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:  
Neumeyer, Stefan, Dr., 8491 Eschlkam, DE

㉘ Vertreter:  
Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Graf, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8400 Regensburg

㉚ Erfinder:  
gleich Patentinhaber

㉞ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 36 29 689 A1  
DE 32 05 362 A1  
DE 31 11 027 A1  
DE 26 05 772 A1

DE-Z.: Technische Rundschau 52/85, S. 34-41;

㉙ Verfahren zur räumlichen Erfassung und/oder Bestimmung eines menschlichen Schädels

DE 38 07 578 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur räumlichen Erfassung und/oder Bestimmung eines menschlichen Schädels.

Aus der DE 36 29 689 A1 ist eine Meßvorrichtung zur Bestimmung der Position eines Punktes, der relativ zu einer Gruppe von Bezugsachsen beweglich ist, bekannt. Die Meßvorrichtung, bei der der Meßpunkt von einer einen Körper abtastenden Sondenspitze einer Sonde gebildet ist, besteht im wesentlichen aus dieser von einem Roboter bewegten Sonde, aus drei räumlich gegeneinander versetzten Bezugspunkten, deren räumliche Lage zueinander bekannt ist und die jeweils von einem Laser-Entfernungsmesser gebildet sind, sowie aus zwei an der Sonde in Längsrichtung dieser Sonde gegeneinander versetzt vorgesehenen weiteren Bezugspunkten, deren Abstand zu den die Laser-Entfernungsmesser bildenden Bezugspunkten optisch erfaßt wird, um hiermit die Lage des Meßpunktes, nämlich der Sondenspitze, zu bestimmen.

Diese bekannte Vorrichtung ist insbesondere zum Vermessen von sehr großen Werkstücken bestimmt.

Bekannt ist weiterhin eine Vorrichtung zur Kontrolle von Werkstücken (DE 26 05 772 A1). Diese bekannte Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem an einer Halterung beweglich angebrachten griffelartigen Tastelement, welches an einem Ende eine Tastspitze bildet und in einer vorgegebenen räumlichen Zuordnung zu dieser Tastspitze drei punktförmige und gegeneinander versetzte Lichtquellen aufweist.

An einer gemeinsamen Basis, an der auch die bewegliche Halterung für den Tastgriffel befestigt ist, sind zwei Ständer befestigt, die an ihrem oberen freien Ende jeweils einen Positionsdetektor tragen. Mit diesen Positionsdetektoren werden unter Verwendung eines Kleinrechners aus der jeweiligen Lage der Lichtquellen die Koordinaten des mit der Griffelspitze abgetasteten Werkstückbereich bestimmt, und zwar in bezug auf die Ebene der Basis.

Auch diese bekannte Vorrichtung dient zur Kontrolle bzw. zum Vermessen von Werkstücken.

Im medizinischen Bereich und dabei insbesondere in der Zahntechnik ist es vielfach erforderlich, anatomisch markante und wesentliche Punkte am Kopf eines Patienten lagemäßig zu bestimmen, beispielsweise die Lage der Kiefergelenke, die sogenannte "Kaufer'sche Ebene" oder "Frankfurter Horizontale" usw., um dann beispielsweise mit diesen Größen einen Artikulator auch in bezug auf die Gelenke optimal einstellen und auf diese Weise Unterkieferbewegungen (z. B. Kaubewegungen) optimal patientenbezogen simulieren zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem eine räumliche Erfassung und Bestimmung eines menschlichen Schädels auf besonders einfache Weise und mit hoher Präzision möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren entsprechend dem Patentanspruch 1 ausgebildet.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Bestimmung der räumlichen Lage von anatomisch wichtigen Punkten an einem menschlichen Schädel, aber auch zur Bestimmung der Bewegung solcher Punkte relativ zueinander und dabei insbesondere auch zur Bestimmung der Bewegung des Unterkiefers relativ zum Oberkiefer.

Soll ein Punkt in seiner Lage bestimmt werden, so wird der wenigstens eine weitere, bevorzugt an einem

Handgriffel vorgesehene Bezugspunkt gegen den jeweils in seiner räumlichen Lage zu bestimmenden Meßpunkt zur Anlage gebracht. Mit Hilfe der Meßanordnung wird dann die Lage, die die wenigstens drei, vorzugsweise jedoch wenigstens vier räumlich gegeneinander versetzten Bezugspunkte relativ zueinander sowie auch relativ zu dem wenigstens einen weiteren Bezugspunkt aufweisen, optisch erfaßt. Hieraus werden dann vorzugsweise computergestützt die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes und damit auch die Lage des Meßpunktes ermittelt. In ähnlicher Weise kann auch die räumliche Lage oder Bewegung des Oberkiefers und des Unterkiefers zueinander bestimmt werden, wobei in diesem Fall an einem anatomisch definierten Punkt des Oberkiefers das Bezugselement und an einem anderen anatomisch definierten Punkt des Unterkiefers ein weiteres Bezugselement vorgesehen sind, welches wenigstens drei räumlich gegeneinander versetzte und in ihrer räumlichen Lage zueinander ebenfalls vorgegebene und daher bekannte weitere Bezugspunkte aufweist.

Das optische Erfassen der Bezugspunkte erfolgt mit Hilfe einer Kamera, bevorzugt einer Videokamera, und durch anschließendes Auswerten und Abtasten des von der Kamera gelieferten Bildes nach den Bezugspunkten oder durch Abtasten des zu messenden Körpers mit Hilfe wenigstens eines Laserstrahls einer Lasereinrichtung. In diesem Fall wird dann aus der Ablenkstellung oder dem Ablenkwinkel, die der abtastende Laserstrahl jeweils beim Auftreffen auf einen Bezugspunkt aufweist, die Lage des Bezugspunktes ermittelt.

Beim optischen Erfassen der Bezugspunkte mit Hilfe einer Kamera ist es möglich, daß jeweils sämtliche verwendeten Bezugspunkte zeitgleich von der Kamera erfaßt werden. Es ist hierbei aber auch möglich, die Bezugspunkte mit der wenigstens einen Kamera jeweils zeitlich aufeinanderfolgend oder aber mehreren aufeinanderfolgenden Einzelbildern zu erfassen, d. h. in der Form, daß zu jedem Zeitpunkt oder mit jedem Einzelbild nur jeweils ein Bezugspunkt erfaßt wird, was dann insbesondere bei Verwendung einer Videokamera eine besonders einfache Bestimmung der Lage des jeweils erfaßten Bezugspunktes ermöglicht.

Bei einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Bezugspunkte und der von diesen gebildete Meßbereich aus zwei unterschiedlichen Richtungen, die einen Winkel miteinander einschließen, optisch erfaßt, so daß es dann bei diesem Verfahren insbesondere unter Berücksichtigung der bekannten Lage, die die Bezugspunkte an dem Bezugselement relativ zueinander aufweisen, auch möglich ist, die jeweilige Lage des Meßpunktes an einem Körper oder die jeweilige Lage zweier Körper oder Körperteile bezogen auf einen Bezugsraum oder auf vorgegebene Ebenen zahlenmäßig (z. B. durch Raumkoordinaten und/oder Winkel) zu bestimmen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Meßanordnung mit einem Lichtgriffel und einem am Oberkiefer eines Patienten festgelegten, mehrere Bezugspunkte aufweisenden pyramidenartigen Bezugselement;

Fig. 2 die Meßanordnung nach Fig. 1 in einer gegenüber der Fig. 1 um 90° gedrehten Ansicht.

In den Figuren ist 1 der Kopf eines Patienten, an dessen Oberkiefer ein pyramidenartiges Bezugselement 2 befestigt ist, und zwar dadurch, daß dieses pyramidenartige Bezugselement 2 mit einem Halter 3 in geeigneter

Weise an den Zähnen des Oberkiefers und damit an einem anatomisch definierten Punkt festgelegt ist.

Das pyramidenartige Bezugselement 2 besitzt insgesamt vier, die Eckpunkte einer Dreieck-Pyramide bildende Bezugspunkte 4–7, die bei der dargestellten Ausführungsform durch die Seiten der Dreieck-Pyramide bildende stabförmige Elemente miteinander verbunden sind und von denen die Bezugspunkte 4–6 in einer im wesentlichen senkrecht zu dem Halter 3 verlaufenden Ebene derart angeordnet sind, daß diese Ebene bei am Oberkiefer befestigtem pyramidenartigen Körper 2 im wesentlichen eine vertikale Ebene bildet. Der Bezugspunkt 7 ist so vorgesehen, daß er sich an der dem Halter 3 abgewendeten Seite der vorgenannten, von den Bezugspunkten 4–6 gebildeten Ebene befindet und bei am Oberkiefer befestigtem pyramidenartigen Bezugselement 2 vor der genannten Ebene liegt.

Die Bezugspunkte 4–7 sind hinsichtlich ihrer Farbgebung und/oder hinsichtlich ihres optischen Reflexionsverhaltens besonders markant ausgebildet. Bei der dargestellten Ausführungsform sind diese Bezugspunkte 4–7 jeweils von einem lichtemittierenden Element (z.B. Leuchtdiode) gebildet, welches Licht im Infrarotbereich aussendet. Der elektrische Anschluß dieser lichtemittierenden, die Bezugspunkte 4–7 bildenden Elemente mit einer entsprechenden Versorgungseinrichtung 8 erfolgt über ein nicht näher dargestelltes Verbindungskabel.

Die dargestellte Meßanordnung besteht weiterhin aus zwei Infrarot-Videokameras 9 und 10, die so ausgerichtet sind, daß sie den Kopf 1 des Patienten von zwei, einen Winkel miteinander einschließenden Blickrichtungen erfassen. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die beiden Videokameras 9 und 10 so ausgerichtet, daß die Videokamera 9 den Kopf 1 des Patienten von vorne und die Videokamera 10 den Kopf 1 des Patienten von einer Seite her erfassen. Jede Videokamera 9 und 10 ist mit einem Bildspeicher 11 bzw. 12 verbunden. Die beiden Bildspeicher 11 und 12 sind jeweils an eine elektronische Schaltung 13 bzw. 14 angeschlossen, deren Funktion weiter unten noch näher beschrieben wird und deren Ausgangssignale einem gemeinsamen Datenspeicher 15 zugeführt werden. Die im Datenspeicher 15 gespeicherten Daten können dann in einem Rechner 16 ausgewertet werden. Selbstverständlich ist es hierbei möglich, daß der Datenspeicher 15 Bestandteil des Rechners 16 ist. Weiterhin ist es auch möglich, für beide Videokameras 9 und 10 einen gemeinsamen Bildspeicher vorzusehen, d.h. die Bildspeicher 11 und 12 bilden dann eine Einheit. Weiterhin ist es auch möglich, die beiden Schaltungen 13 und 14 zu einer Einheit zusammenzufassen, wobei bei entsprechender Ausbildung dieser Schaltungen auch auf die Bildspeicher 11 und 12 oder auf einen für beide Videokameras 9 und 10 gemeinsamen Bildspeicher verzichtet werden kann.

Die Meßanordnung besteht weiterhin aus einem Griffel 17, der an einem Ende mit einem weiteren Bezugspunkt 18 versehen ist, welcher ebenfalls durch Farbgebung oder optisches Reflexionsverhalten besonders markant ausgebildet ist. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der weitere Bezugspunkt 18 ebenfalls von einem Infrarotlicht emittierenden Element (Leuchtdiode) gebildet. Für die Versorgung dieses, den weiteren Bezugspunkt 18 bildenden lichtemittierenden Elementes ist der Griffel 17 über ein Anschlußkabel 19 ebenfalls an die Versorgungseinrichtung 8 angeschlossen.

Mit der vorbeschriebenen Meßanordnung ist es möglich, anatomisch wichtige Größen, wie beispielsweise

Lage und Abstand der Kiefergelenke, Kamper'scher Ebene, Frankfurter Horizontale usw. für den jeweiligen Patienten zu ermitteln und die entsprechenden Daten unter Verwendung des Rechners 16 auszuwerten und/oder im Datenspeicher 15 zu speichern, so daß es dann unter Verwendung dieser Daten beispielsweise auch möglich ist, einen Artikulator jeweils patienten-bezogen optimal einzustellen, um an diesem dann Unterkieferbewegungen (Kaubewegungen usw.) simulieren zu können.

Die von den Video-Kameras 9 und 10 gelieferten und in den Bildspeichern 11 und 12 abgespeicherten Einzelbilder werden in den elektronischen Schaltungen 13 und 14 zeilen- und spaltenmäßig abgetastet, wobei immer dann von diesen Schaltungen ein Signal an den Datenspeicher 15 abgegeben wird, wenn bei dieser Abtastung einer der Bezugspunkte 4–7 oder der weitere Bezugspunkt 18 ermittelt wird. Aus der jeweiligen Abtastphase ergibt sich dann auch die Lage des jeweils ermittelten Bezugspunktes 4–7 oder 18, so daß die diese Lage charakterisierenden elektrischen Daten in dem Datenspeicher 15 gespeichert werden können und der Rechner 16 somit in der Lage ist, unter Verwendung der in dem Datenspeicher 15 gespeicherten Daten die räumliche Lage zu ermitteln, die die Bezugspunkte 4–10 und auch der weitere Bezugspunkt 18 während eines bestimmten Meßzeitpunktes und bei den zu diesem Meßzeitpunkt gespeicherten Einzelbildern der Videokameras 9 und 10 relativ zueinander aufweisen.

Die räumliche Bestimmung der Lage der Bezugspunkte 4–7 und 18 ist einerseits dadurch möglich, daß die räumliche Lage, die die Bezugspunkte 4–7 relativ zueinander aufweisen, durch die körperliche Ausbildung des pyramidenartigen Bezugselements 2 festgelegt und daher bekannt ist, und andererseits auch dadurch möglich, daß der Kopf 1 des Patienten von den beiden Videokameras 9 und 10 aus zwei, einen Winkel miteinander einschließenden Blick- oder Achsrichtungen erfaßt wird.

Um die Bezugspunkte 4–7 und 18 bei der Abtastung der Einzelbilder mit Hilfe der elektronischen Schaltungen 13 und 14 auch sicher erfassen zu können, ist das von den Bezugspunkten 4–7 und 18 ausgesandte Licht bevorzugt Infrarotlicht. Dieses Licht kann aber auch im sichtbaren Bereich liegen und zeichnet sich dann durch eine besondere Helligkeit oder besondere Farbgebung aus, welche letztere sich vom Farbton her deutlich von der üblichen Hautfarbe abhebt, oder ist in einer bestimmten Weise gepulst oder moduliert.

Zur Bestimmung der anatomisch wesentlichen und für den jeweiligen Patienten typischen Größen, wird beispielsweise wie folgt, vorgegangen:

Durch Ansetzen des an dem Griffel 17 vorgesehenen Bezugspunktes 18 an den Kopf 1 des Patienten unterhalb der Nase und oberhalb der Oberlippe wird in einem ersten Schritt unter Verwendung der beiden Videokameras 9 und 10 und unter entsprechender Auswertung der von diesen Videokameras gelieferten Bildern der subnasale Punkt 20 ermittelt.

In einem zweiten Meßschritt wird dann wiederum unter Verwendung der beiden Videokameras 9 und 10 und unter Auswertung der von den Videokameras gelieferten Bildern ein Ohrpunkt, beispielsweise der rechte Ohrpunkt 21 ermittelt, der in seiner Lage dem dortigen Kiefergelenkpunkt entspricht.

In gleicher Weise wird dann in einem dritten Verfahrensschritt durch Ansetzen des weiteren Bezugspunktes 18 des Griffels 17 an den linken Ohrpunkt 22 die Lage

dieses Ohrpunktes und damit auch die Lage des dortigen Kiefergelenkpunktes ermittelt, und zwar wiederum dadurch, daß unter Verwendung der beiden Videokameras 9 und 10 und durch Auswerten der entsprechenden Bilder die Lage des weiteren Bezugspunktes 18 zu der Lage der Bezugspunkte 4–7 ermittelt wird, wobei bei diesem dritten Meßschritt selbstverständlich der Kopf 1 des Patienten durch die Videokamera 10 von der anderen Seite her betrachtet wird.

Die bei den einzelnen Meßschritten ermittelten Daten werden jeweils in dem Datenspeicher 15 gespeichert.

Mit den beiden Ohrpunkten 21 und 22 und dem subnasalen Punkt 20 ist beispielsweise die oben erwähnte Kamper'sche Ebene festgelegt. In ähnlicher Weise können durch Ansetzen des weiteren Bezugspunktes 18 des Griffels an andere Bereiche des Kopfes 1 und durch anschließendes Ermitteln der Lage dieses weiteren Bezugspunktes 18 zu den am Oberkiefer festgelegten Bezugspunkten 4–7 auch andere interessierende Punkte am Kopf 1 des Patienten hinsichtlich ihrer räumlichen Lage bestimmt werden, so beispielsweise die beiden Punkte 23 und 24 unter den Augen des Patienten.

Die beschriebene Meßanordnung weist bevorzugt noch ein weiteres pyramidenartiges Bezugselement 29 auf, das dem pyramidenartigen Bezugselement 2 entspricht und ebenfalls vier räumlich gegeneinander versetzte Bezugspunkte 25–28 besitzt. Dieses pyramidenartige Bezugselement 29 wird an dem Unterkiefer des Kopfes 1, vorzugsweise an den dortigen Zähnen und damit an einem anatomisch definierten Punkt des Kopfes 1 mittels einem Halter 31 befestigt, und zwar derart, daß die Bezugspunkte 25–27 in einer im wesentlichen vertikalen Ebene liegen und der Bezugspunkt 28 ähnlich dem Bezugspunkt 7 des pyramidenartigen Bezugspunktes 2 vor dieser Ebene, d.h. auf der dem Halter 31 abgewendeten Seite dieser Ebene angeordnet ist. Mit den beiden, jeweils an anatomisch eindeutig definierten Punkten des Ober- und Unterkiefers, d.h. an den dortigen Zähnen befestigten pyramidenartigen Bezugselementen 2 und 29, die nicht nur hinsichtlich der Ausbildung ihrer Bezugspunkte sowie vorzugsweise auch hinsichtlich der Lage ihrer Bezugspunkte jeweils identisch ausgebildet sind, ist somit auch in der gleichen, beschriebenen Weise eine Bestimmung der relativen Lage des Unterkiefers 31 zum Oberkiefer oder zu einem Bezugsraum bzw. der Relativbewegung zwischen Unterkiefer und Oberkiefer möglich. Die beiden Halter 3 und 31 sind dabei vorzugsweise von Bißgabeln gebildet.

Es ist grundsätzlich auch möglich, die jeweilige räumliche Lage, die die Bezugspunkte 4–7, 18 sowie ggf. 25–28 relativ zueinander bzw. in einem Bezugsraum aufweisen, unter Verwendung einer Laser-Anordnung zu ermitteln, die dann den Kopf des Patienten beispielsweise mit zwei Laser-Strahlen aus unterschiedlichen Richtungen abtastet, wobei in diesem Fall die Bezugspunkte 4–7, 18 und 25–28 von Licht-Detektoren gebildet sind, die beim Auftreffen des Laser-Strahles ein Signal abgeben. Aus der jeweiligen Abtaststellung oder -phase, die die Laserstrahlen beim Auftreffen auf einen Bezugspunkt 4–7, 18 und/oder 25–28 aufweisen, kann die jeweilige Lage der Bezugspunkte 4–7, 18 und/oder 25–28 ermittelt werden.

Bei entsprechender Ausbildung der Videokameras 9 und 10 kann auch auf die Bildspeicher 11 und 12 sowie auf die Schaltungen 13 und 14 verzichtet werden, wobei in diesem Fall beim Abtasten bzw. beim Umsetzen des in der Bildebene der jeweiligen Videokamera erzeugten

optischen Bildes in das elektrische Bildsignal letzteres nach den von den Bezugspunkten 4–7, 18 und/oder 25–28 herrührenden Signalanteilen überprüft und aus der jeweiligen Abtastphase, die beim Auffinden eines Bezugspunktes vorliegt, die Lage dieser Bezugspunkte koordinatenmäßig ermittelt wird. In diesem Fall ersetzt also die Bildebene der Videokamera den Signalspeicher 11 bzw. 12 und die zum Umsetzen des optischen Bildes in das elektrische Bildsignal dienende Elektronik die Schaltung 13 bzw. 14.

Bei der vorbeschriebenen Meßanordnung wurde davon ausgegangen, daß von den Video-Kameras 9 und 10 jeweils sämtliche, verwendeten Bezugspunkte 4–7, 18 und/oder 25–28 in den jeweiligen von den Video-Kameras gelieferten Bildern oder in diesen Video-Kameras an der dortigen Bild-Ebene erzeugten Bildern gemeinsam, d.h. zeitgleich erfaßt werden. Abweichend hiervon ist es aber auch möglich, die einzelnen, die Bezugspunkte 4–7, 18 und/oder 25–28 bildenden lichtemittierenden Elemente durch die Versorgungseinrichtung 8 synchron mit den Video-Kameras 8 und 10 bzw. deren Bildfrequenz in einem vorgegebenen Zeittakt so anzusteuern, daß während jedes von den Video-Kameras 9 bzw. 10 erfaßten Einzelbildes nur jeweils ein einen Bezugspunkt 4–7, 18 und/oder 25–28 bildendes lichtemittierendes Element aktiviert ist, d.h. aufleuchtet bzw. Licht abgibt, so daß dann die Bezugspunkte 4–7, 18 und/oder 25–28 zeitlich aufeinanderfolgend bzw. in mehreren Einzelbildern aufeinanderfolgend von den Video-Kameras erfaßt werden. In diesem Fall ist dann die Bildebene der Video-Kameras 9 und 10 jeweils von einem Feld (Pin-Elektrode) mit einer Vielzahl von jeweils einen Lichtsensor bildenden Bereichen gebildet, die dort in spalten- und zeilenmäßiger Anordnung vorgesehen sind. Dieses Licht-Detektoren-Feld (Pin-Diode), liefert dann an zwei, den Zeilen bzw. den Spalten zugeordneten elektrischen Auswerteinrichtungen, die beispielsweise zusammen mit dem Licht-Detektoren-Feld einen integrierten Schaltkreis bilden, zwei Ausgangsspannungen bzw. Signale, deren Größe jeweils der Zeile und Spalte, d.h. der Position in zwei Koordinaten entspricht, die der auf der Bildebene bzw. dem Licht-Detektoren-Feld abgebildete Bezugspunkt 4–7, 18 bzw. 25–28 besitzt, so daß auf besonders einfache Weise die jeweilige Lage des erfaßten Bezugspunktes ermittelt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur räumlichen Erfassung und/oder Bestimmung eines menschlichen Schädels, in dem unter Verwendung eines Bezugselementes (2), welches wenigstens drei räumlich gegeneinander versetzte und in ihrer räumlichen Lage zueinander bekannte Bezugspunkte (4–7) aufweist sowie unter Verwendung wenigstens eines weiteren, an einem Meßpunkt positionierten Bezugspunktes (18; 25–28), die Lage der Bezugspunkte (4–7) relativ zur Lage des weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) optisch erfaßt und hieraus die Lage des Meßpunktes ermittelt wird, das Bezugselement (2) an einem anatomisch definierten Punkt des Oberkiefers befestigt wird und für die Bestimmung der Lage des Meßpunktes auch die Lage der Bezugspunkte (4–7) am Bezugselement (2) relativ zueinander optisch erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bezugselement (2) an den Zähnen

des Oberkiefers befestigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bezugselement (2) mit wenigstens vier räumlich gegeneinander versetzten und in ihrer räumlichen Lage zueinander bekannten Bezugspunkten (4–7) verwendet wird. 5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Bezugspunkte (4–7) am Bezugselement (2) sowie die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) mit Hilfe wenigstens einer Kamera (9, 10), vorzugsweise mit wenigstens zwei Kameras aus zwei unterschiedlichen, einen Winkel miteinander einschließenden Blick- oder Kamerarichtungen erfaßt und durch Auswertung wenigstens eines von der wenigstens einen Kamera gelieferten Bildes ermittelt werden. 10 15

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Kamera eine Videokamera (9, 10) verwendet wird. 20

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Bezugspunkte (4–7) an dem Bezugselement (2) sowie die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) durch Auswertung wenigstens eines von der wenigstens einen Videokamera (9, 10) gelieferten Einzelbildes ermittelt werden. 25

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auswertung des von der wenigstens einen Kamera (9, 10) gelieferten Bildes dieses Bild zeilen- und spaltenmäßig abgetastet wird und beim Auffinden jeweils eines der Bezugspunkte (4–7) des Bezugselementes (2) und/oder des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) aus der hierbei vorliegenden Abtastphase die Lage des aufgefundenen Bezugspunktes (4–7; 18; 25–28) in zwei Koordinaten ermittelt wird. 30 35

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Bezugspunkte (4–7) am Bezugselement (2) sowie die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) durch Auswerten des in der Bildebene der Videokamera vorliegenden oder gespeicherten Bildes erfolgt. 40 45

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Bezugspunkte (4–7) am Bezugselement (2) sowie die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) durch Auswerten wenigstens eines in einem Bildspeicher (11, 12) gespeicherten Einzelbildes der wenigstens einen Videokamera bestimmt werden. 50

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugspunkte (4–7) am Bezugselement (2) sowie der wenigstens eine weitere Bezugspunkt (18; 25–28) von lichtermittierenden Elementen, beispielsweise von Leuchtdioden, gebildet sind. 55

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Bezugspunkte (4–7) an dem Bezugselement (2) zueinander sowie die Lage des wenigstens einen weiteren Bezugspunktes (18; 25–28) durch Abtasten des Körpers (1) mit wenigstens einem Laserstrahl ermittelt werden, und zwar aufgrund der jeweiligen Abtast-Lage des Laser-Strahls beim Auftreffen auf einen Bezugspunkt (4–7, 18, 25–28). 60 65

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur räumlichen Bestimmung der Lage oder Relativbewegung zwischen dem Oberkiefer und dem Unterkiefer wenigstens drei weitere Bezugspunkte (25–28) verwendet werden, die an einem weiteren Bezugselement (29) in einer vorgegebenen räumlichen Lage zueinander vorgesehen sind und daß das weitere Bezugselement (29) an einem anatomisch definierten Punkt des Unterkiefers, vorzugsweise an den Zähnen des Unterkiefers, befestigt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß von der wenigstens einen Kamera (9, 10) sämtliche Bezugspunkte (4–7; 18; 25–28) zeitgleich erfaßt werden.

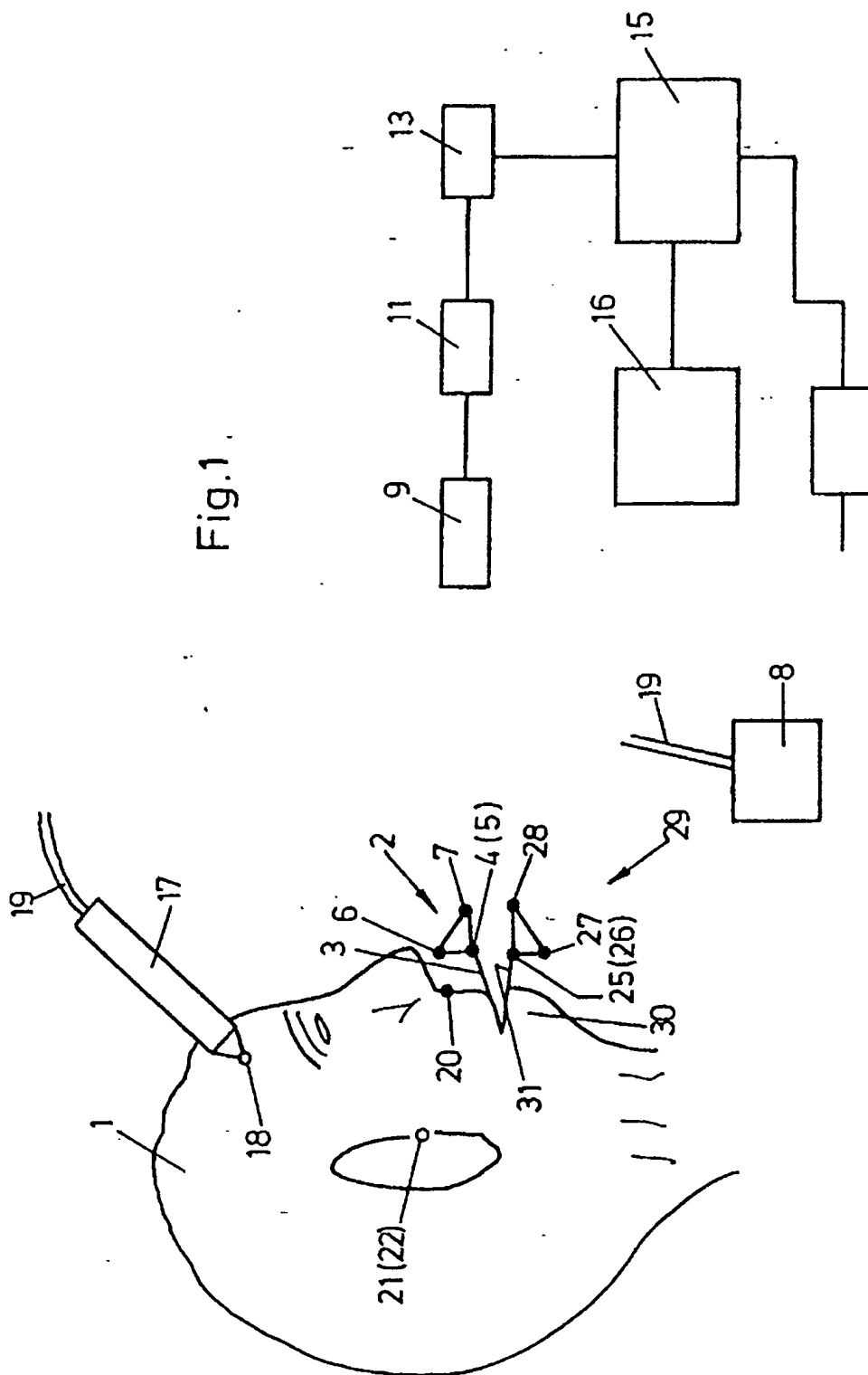
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß von der wenigstens einen Kamera die Bezugspunkte (4–7; 18; 25–27) zeitlich nacheinander erfaßt werden.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

– Leerseite –





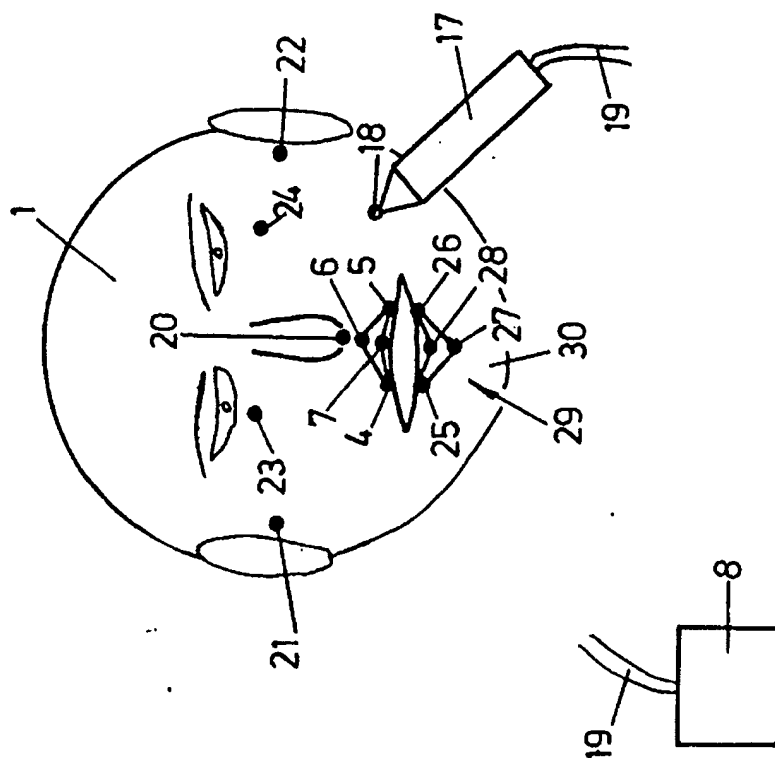


Fig. 2

